

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-114853

(43)Date of publication of application : 06.05.1998

(51)Int.Cl. C08L 63/00
C08K 3/00
C08K 3/38
C08K 5/00
C08K 5/16
C08K 5/49
H01L 23/29
H01L 23/31

(21)Application number : 09-225987

(22)Date of filing : 22.08.1997

(71)Applicant : HITACHI LTD

(72)Inventor : EGUCHI KUNIYUKI
SUGAWARA YASUhide
ISHII TOSHIKI
KOKADO HIROYOSHI
NAGAI AKIRA
MOGI AKIRA
OGINO MASAHIKO
SEGAWA MASAORI
TSUYUNO ENJIYOU
UENO TAKUMI
NAKAMURA ATSUSHI
NISHIMURA ASAO

(30)Priority

Priority number : 08220991 Priority date : 22.08.1996 Priority country : JP

(54) RESIN-SEALED SEMICONDUCTOR DEVICE AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a resin-sealed semiconductor device improved in various types of reliability such as high-temperature standing properties and humidity resistance without detriment to moldability and flame retardancy by sealing a semiconductor element with a thermoplastic resin composition having a specified composition.

SOLUTION: This device is prepared by sealing a semiconductor element with a resin composition comprising an epoxy resin composition containing at least one organic compound selected from among organic bromine compounds, organic phosphorus compounds and organic nitrogen compounds and a metal borate. It is desirable that the organic compound has a content of at least one element selected from among bromine, phosphorus and nitrogen of 0.35-10wt.% based on the total resin amount except the metal borate and the inorganic filler and that the metal borate is used in an amount of 1.5-15wt.% based on the total resin composition including the metal borate and the inorganic filler. The metal borate has the effect of inhibiting the formation of releasable components such as halogen, phosphorus or the like or of trapping them if formed.

LEGAL STATUS

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 1 1 4 8 5 3

(43) 公開日 平成10年(1998)5月6日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	F I		
C 0 8 L	63/00	C 0 8 L	63/00	C
C 0 8 K	3/00	C 0 8 K	3/00	
	3/38		3/38	
	5/00		5/00	
	5/16		5/16	
審査請求 未請求 請求項の数 1 2		O L	(全 1 5 頁)	最終頁に続く
(21) 出願番号	特願平9-225987	(71) 出願人	000005108	
(22) 出願日	平成9年(1997)8月22日		株式会社日立製作所	
(31) 優先権主張番号	特願平8-220991		東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地	
(32) 優先日	平8(1996)8月22日	(72) 発明者	江口 州志	
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式	
			会社日立製作所日立研究所内	
		(72) 発明者	菅原 泰英	
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式	
			会社日立製作所日立研究所内	
		(72) 発明者	石井 利昭	
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式	
			会社日立製作所日立研究所内	
		(74) 代理人	弁理士 小川 勝男	
				最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 樹脂封止型半導体装置及びその製造方法

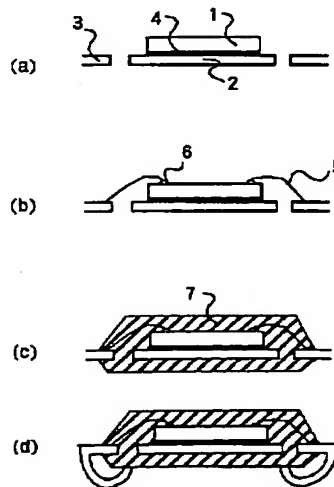
(57) 【要約】

【課題】 本発明の目的は成形性と難燃性を従来通り維持させながら、高温放置特性及び耐湿性等の各種信頼性において優れた特性を有する樹脂封止型半導体装置とその製造方法を提供することにある。

【解決手段】 該樹脂組成物が臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩からなるエポキシ樹脂組成物であることを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【効果】 本発明によって得られた樹脂封止型半導体装置は、ホウ素化合物によるハロゲンまたはリンなどの脱離ガス成分の発生抑制またはトラップ効果により耐湿信頼性及び高温放置信頼性が格段に飛躍する。

図 1



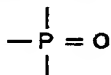
1…半導体素子 2…ダイパッド 3…インナーリード
4…接着剤 5…金ワイヤ 6…アルミ電極
7…有機化合物系難燃剤とホウ素化合物を有する封止材
8…フィルム接着剤

【特許請求の範囲】

【請求項 1】半導体素子を樹脂組成物で封止した半導体装置において、樹脂組成物が臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも 1 種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含有したエポキシ樹脂組成物であることを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項 2】臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも 1 種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含み、10 倍量の 120℃ の熱水で 40 時間加熱抽出した後の抽出液において pH が 5.0～7.5 の範囲にあるエポキシ樹脂組成物で半導体素子を封止したことを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項 3】臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも 1 種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含むエポキシ樹脂組成物で*



前記窒素系有機化合物が芳香環またはヘテロ環を有する化合物であることを特徴とする特許請求の範囲第 1 項、第 2 項、第 3 項及び第 4 項のいずれかに記載の樹脂封止型半導体装置。

【請求項 6】半導体素子を樹脂組成物で封止した半導体装置において、該樹脂組成物が臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも 1 種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含有し、かつ有機化合物の臭素、リン及び窒素の少なくとも 1 種類の元素含有量が上記ホウ酸金属塩及び無機充填剤を除く全樹脂量に対して 0.35～10 重量%、ホウ酸金属塩が全樹脂組成物に対して 1.5～15 重量%の範囲にあるエポキシ樹脂組成物であることを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項 7】半導体素子を樹脂組成物で封止した半導体装置において、該樹脂組成物が臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも 1 種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含有し、かつ有機化合物の臭素、リン及び窒素の少なくとも 1 種類の元素含有量が上記ホウ酸金属塩及び無機充填剤を除く全樹脂量に対して 0.4～7 重量%、ホウ酸金属塩が全樹脂組成物に対して 1.5～15 重量%の範囲にあるエポキシ樹脂組成物であることを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項 8】リードフレームのダイパッド上に搭載された半導体素子が金ワイヤで接合され、該半導体素子が臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも 1 種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含有し、その樹脂組成物の加熱硬化物の線膨張係数が 0.6～2.5×10⁻⁵、ガラス転移温度が 1

*半導体素子を封止した半導体装置であり、該半導体装置を 200℃の恒温槽中で 1 ボルトの電圧を印加したまま 1000 時間放置した時にリードまたは半田ボールなどの外部端子において電気的な導通がなくなることによって生じる不良率が 0.1%未満であることを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項 4】臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも 1 種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含むエポキシ樹脂組成物であり、かつ該エポキシ樹脂組成物の加熱硬化物の線膨張係数が 0.6～2.5×10⁻⁵、ガラス転移温度が 110℃以上、飽和吸湿率が 85℃85%RH の条件で 0.8wt%以下及び難燃性が UL-94 規格の V-0 の特性を有することを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項 5】前記リン系有機化合物が下記 (1) 式の構造及び芳香環を有する化合物であり、



10℃以上、飽和吸湿率が 85℃85%RH の条件で 0.8wt%以下及び難燃性が UL-94 規格の V-0 の特性を有する樹脂組成物で一体樹脂モールド成形によって封止されたことを特徴とする樹脂封止型半導体装置。

【請求項 9】半導体素子の上に有機フィルム接着剤または無機の接合材を用いてリードフレームを搭載し、半導体素子上の電極をリードフレームと金ワイヤで接合した後、臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも 1 種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含有し、その樹脂組成物の加熱硬化物の線膨張係数が 0.6～2.5×10⁻⁵、ガラス転移温度が 110℃以上、飽和吸湿率が 85℃85%RH の条件で 0.8wt%以下及び難燃性が UL-94 規格の V-0 の特性を有する樹脂組成物で一体モールド樹脂成形によって封止されたことを特徴とするリードオンチップ方式の半導体装置。

【請求項 10】回路パターンを有する樹脂基板の上面に半導体素子を実装するとともに、樹脂基板の底面に外部接続端子を設けてなる半導体装置において、前記半導体素子を臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも 1 種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含有し、その樹脂組成物の加熱硬化物の線膨張係数が 0.6～2.5×10⁻⁵、ガラス転移温度が 110℃以上、飽和吸湿率が 85℃85%RH の条件で 0.8wt%以下及び難燃性が UL-94 規格の V-0 の特性を有する樹脂組成物で一体モールド樹脂成形によって封止されたことを特徴とするボールグリッドアレイまたはピングリッドアレイ樹脂封止型半導体装置。

【請求項11】回路パターンを有する配線フィルムの上面に半導体素子を実装するとともに、樹脂基板の底面に外部接続端子を設けてなる半導体装置において、前記半導体素子を臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含有し、その樹脂組成物の加熱硬化物の線膨張係数が $0.6 \sim 2.5 \times 10^{-5}$ 、ガラス転移温度が 110°C 以上、飽和吸湿率が $85^{\circ}\text{C} 85\% \text{RH}$ の条件で $0.8 \text{wt}\%$ 以下及び難燃性がUL-94規格のV-0の特性を有する樹脂組成物で一体モールド樹脂成形によって封止されたことを特徴とするボールグリップドアレイまたはチップサイズ樹脂封止型半導体装置。

【請求項12】リードフレーム、回路パターンを有する樹脂基板、または回路パターンを有する配線フィルムの上面に半導体素子を搭載し、半導体素子の電極を金ワイヤ、TABリード、または金属バンプを用いて該リードフレーム、樹脂基板の配線パッド、または配線フィルムのパッドへ接合した後、臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含有し、その樹脂組成物の加熱硬化物の線膨張係数が $0.6 \sim 2.5 \times 10^{-5}$ 、ガラス転移温度が 110°C 以上、飽和吸湿率が $85^{\circ}\text{C} 85\% \text{RH}$ の条件で $0.8 \text{wt}\%$ 以下及び難燃性がUL-94規格のV-0の特性を有するエポキシ樹脂組成物で一体モールド樹脂成形によって封止されたことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含有する熱硬化性樹脂組成物によって封止することにより、成形性を低下させないで高温放置信頼性及び耐湿信頼性を大幅に改良した樹脂封止型半導体装置とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】トランジスタ、IC、LSI等の半導体装置は、量産性の点からプラスチックパッケージを用いた樹脂封止が主流となっている。半導体封止材料としては特にエポキシ樹脂とフェノール樹脂硬化剤を配合した組成物が、成形性、吸湿特性及び接着性の点でバランスがとれ、信頼性に優れるため用いられている。この半導体封止材料には難燃性を付与するため、一般に臭素化エポキシ樹脂または臭素化フェノール樹脂等の臭素化有機化合物と、難燃助剤としてアンチモン化合物が配合されている。

【0003】封止材料に含まれる臭素化有機化合物とアンチモン化合物は従来から半導体装置の各種信頼性に悪影響を与えることが知られている。半導体素子のアルミ配線パッドと金ワイヤとの接合部分は高温下において、

臭素系有機化合物中の臭素の脱離によって腐食が促進され、断線に至る問題がある。特に、自動車のエンジンルーム内や高温雰囲気下で用いる電気機器内の半導体装置ではこの問題が顕著である。また、脱離臭素は塩素ほど顕著ではないものの、半導体素子のアルミニウム配線の腐食を促進させるため、半導体装置の耐湿信頼性低下の原因にもなる。これらの問題は、臭素系有機化合物だけに起因するものではなく、難燃助剤であるアンチモンも誘発原因である。アンチモン化合物は臭素化アンチモンガスの発生により、臭素の脱離を促進させる働きがあるためである。このような理由から、半導体装置の難燃性と各種信頼性を同時に満足できる半導体封止材料が強く望まれていた。

【0004】半導体装置の信頼性を向上させるには、これまで高温高湿下での臭素の脱離を極力抑えること、脱離臭素をトラップすること、非ハロゲン系難燃化手法の採用が提案されてきた。

【0005】高温高湿下での臭素の脱離を抑える方法としては、熱安定性の高い臭素化エポキシ樹脂が提案されており、特開平5-320319号にはメタ位に臭素が配位した臭素化ビスフェノールA型エポキシ樹脂を有する封止材が記載されている。また、特開平4-48759号や特開平6-53789号に記載されているような無機ハイドロタルサイト系のイオントラップ剤の配合が行われている。非ハロゲン系難燃化手法としては、特開平7-157542号と特開平7-173372号に記載されている赤リン系難燃剤単独や特開平6-107914号記載のホウ素化合物単独の配合が開示されている。さらに、特開平7-331033号と特開平8-151505号にはフェノール樹脂、リンまたは赤リン、窒素、ホウ素化合物、金属水和物から選ばれたノンハロゲン系難燃剤の2種以上の併用系が記載されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術は半導体装置の信頼性向上に対して若干の効果はあるものの、種々の点でまだ改良すべき点がある。熱安定性の高い臭素化エポキシ樹脂は樹脂単独では熱分解温度が高くなるが、封止材料に配合すると特性が他材料に影響されるため、熱分解温度の向上がほとんど期待できない。そのため、信頼性向上の効果がほとんど現われてこない。イオントラップ剤の配合は臭素補足能力として種々の点で限界がある。イオントラップ剤の配合量を多くすることは、臭素補足効果を上げるどころか、逆に低下させる結果になる。さらに、封止材料の成形性の低下や吸湿率の大幅な増加の原因ともなる。非ハロゲン系難燃剤により難燃性規格を満たすためには、この難燃剤の配合量を従来の臭素／アンチモン系と比べ、はるかに多くする必要がある。これは、封止材料の成形性及び接着性低下と吸湿率増加を招き、半導体装置の信頼性向上に対しては逆効果となる。また、前記の非ハロゲン系難燃剤の2種

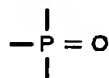
以上の併用系を有する樹脂組成物においても非ハロゲン系難燃剤の配合量を多くしなければならず、半導体装置用として必要な特性である低熱膨張性、低吸湿性、並びに高接着性を達成することが困難である。そのため、現状では積層板や電気部品の絶縁材料に用途が限定されているか、あるいは適用樹脂がシリコン樹脂に限られている。難燃剤として赤リンを用いる場合は、その配合量を他の難燃剤より少なくできるが、材料混練時の発火の恐れや封止材料の吸湿が大きくなる。そのため、赤リンの無機材料による被覆などが行われているが、これらの問題ははまだ完全に改善されていない。

【0007】以上の理由から、半導体装置の高温放置信頼性と耐湿信頼性を上げる方法は従来から示されているが、大きな効果をあげるには至っていない。

【0008】本発明はこのような状況にかんがみてなされたものであり、その目的とするところは、成形性と難燃性を従来通り維持させながら、かつ高温放置特性並びに耐湿性等の各種信頼性において優れた特性を有する樹脂封止型半導体装置とその製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明者等は、難燃化剤として臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を用いることにより、半導体装置の各種信頼性を大幅に向上できることを見出し本発明に至った。本発明は、有機化合物系難燃剤単独が有する欠点とホウ酸金属塩単独が有する欠点をそれぞれ相補うために、これらを併用することが特徴である。臭素系有機化合物、リン系有機化合物、窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物単独系は難燃性を付与できるものの、高温高湿下でアルミニウム配線や金ワイヤとアルミ配線パッドの接合部分の腐食を促進させる脱離低分子成分、例えば臭素やリンの影響が大きくなる。ホウ酸金属塩単独系では難燃性を付与するために、配合量が多くなることが避けられず、封止材料の成形性と吸湿特性の大幅な低下がある。本発明では、ホウ酸金属塩が有害性が少なく難燃*



【0014】トリフェニルホスフィンオキサライド、リン酸エステル、リン含有エポキシ樹脂、フェノール性水酸基を有するリン化合物、ホスファゼンの中の少なくとも1種類を用いることができる。

【0015】窒素系有機化合物としては、窒素原子を有するヘテロ環またはベンゼン環などの芳香環を含有する化合物が熱安定性と難燃性の効果を大きくできることから好ましく、メラミン樹脂、窒素原子とベンゼン環を含有するエポキシ樹脂、熱硬化性のポリイミド樹脂等の少

*効果を有するだけではなく、封止材の熱分解による低分子成分の脱離を抑制するという新しい特徴を有することが分かった。そのため、ホウ酸金属塩は難燃剤としてだけではなく、封止材の熱分解を抑制する役割も果たすことができる。

【0010】すなわち、本発明の樹脂封止型半導体装置は、臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含有したことを特徴とする熱硬化性樹脂組成物によって半導体素子を封止したものである。さらに該有機化合物は熱硬化性樹脂と均一に相溶し、該ホウ酸金属塩は熱硬化性樹脂組成物に粒子として均一分散している。本発明の樹脂封止型半導体装置を封止する熱硬化性樹脂組成物の硬化物は、線膨張係数が $0.6 \sim 2.5 \times 10^{-5}$ 、ガラス転移温度が 110°C 以上、飽和吸湿率が $85^{\circ}\text{C} 85\% \text{RH}$ の条件で $0.8 \text{wt}\%$ 以下及び難燃性がUL-94規格のV-0の特性を有する。

【0011】さらに、本発明は前記熱硬化性樹脂組成物の中でも、特性、信頼性及び取扱い易さの点から特にエポキシ樹脂組成物が好適であり、少なくとも(A)エポキシ樹脂、(B)フェノール樹脂硬化剤、(C)硬化促進剤、(D)臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物、(E)ホウ酸金属塩、(F)無機充填剤を含むエポキシ樹脂組成物が好ましい。

【0012】本発明において用いる有機化合物系難燃化剤としては、臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中から選ばれるものであり、これらを単独または2種以上を併用して用いることができる。

臭素系有機化合物としては、耐熱性と安全性の点から、臭素化ビスフェノールA型エポキシ樹脂、臭素化ノボラックフェノール型エポキシ樹脂等の臭素化エポキシ樹脂並びに臭素化ノボラック型フェノール樹脂等のフェノール樹脂硬化剤が好適である。

【0013】リン系有機化合物としては、熱安定性と難燃性の点から、下記(1)の構造及び芳香環を有するものが好適であり、



少なくとも1種類を用いることができる。この中で、熱硬化性のポリイミド樹脂は耐熱性に優れるため、エポキシ樹脂組成物に配合すれば耐熱性付与成分としての効果も期待できる。これらの難燃剤は配合量を極力低減できるように、エポキシ樹脂と完全に相溶し、分子レベルで均一に配合できることが特徴である。本発明においては、臭素化有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中で、臭素化エポキシ樹脂と臭素化フェノール樹脂が従来の半導体用封止材料としての成形性と信頼性に

において使用実績があるため、特に好適であるが、リン系有機化合物または窒素系有機化合物においても、本発明のエポキシ樹脂と反応できる官能基を有するリンまたは窒素含有エポキシ樹脂やメラミンを用いることによって、成形時の硬化性と熱安定性の点で優れ、封止材料としての特性を十分満足できる組成物を得ることができる。

【0016】本発明において用いる前記の臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物は、臭素、リン及び窒素の少なくとも1種類の元素含有量がホウ酸金属塩及び無機充填剤を除く全樹脂量に対して0.35～10重量%、より好ましくは0.4～7重量%になるように配合する。前記有機化合物は樹脂中に均一に分散することにより難燃性を付与するものである。さらに、樹脂組成物の難燃性は樹脂中に含まれる臭素、リン及び窒素の少なくとも1種類の元素の含有量によって決まるため、これら各元素の配合量をホウ酸金属塩及び無機充填剤を除く全樹脂量に対して規定することに本発明の特徴がある。前記有機化合物を用いる場合、臭素、リン及び窒素の少なくとも1種類の元素含有量がホウ酸金属塩及び無機充填剤を除く全樹脂量に対して0.35重量%未満では、難燃性の規格UL-94のV-0を達成できなくなる。全樹脂組成物量に対して10重量%を超えるとホウ酸金属塩を併用しても、高温高湿下での低分子量成分発生の抑制効果が不十分となり、特性の向上が困難になる。これらはすべて、半導体装置の信頼性低下の原因となる。

【0017】本発明において、前記有機化合物と併用するホウ酸金属塩は、180℃以上温度で結晶水を放出するか、熱分解によって水を放出するものであればよく、例えば、ホウ砂、またはホウ酸亜鉛、ホウ酸アルミニウム、ホウ酸マグネシウム等のホウ酸金属塩等が挙げられる。これらの中では、結晶水の放出温度が200℃以上であり、かつ低分子ガスの補足能力のあるホウ酸亜鉛が特に好適である。結晶水の放出温度が200℃以上であれば、封止材料の成形温度（160℃～200℃）でボイド発生の恐れがなくなるためである。または、これらホウ酸金属塩は単独または、結晶水放出温度の異なるものを2種以上併用することもできる。ホウ素化合物の粒子径は、平均粒径が20μm以下、最大粒径が100μm以下が好ましく、特に平均粒径が10μm以下、最大粒径が50μm以下が好適である。ここで、平均粒径とは累積重量で50重量%における粒径のことを意味する。

【0018】本発明において用いる前記のホウ酸金属塩は、封止材の成形性、信頼性、難燃性などの全ての特性のバランスを考慮して、前記臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物中に含まれる臭素、リン及び窒素の少なくとも1種類の元素含有量に応じてその配合量を

決めることができる。配合量としては無機充填剤を含む全樹脂組成物量に対して1.5～15重量%が好ましい。ホウ酸金属塩の配合量が全樹脂組成物量に対して1.5重量%未満では半導体装置の信頼性向上に対してほとんど効果がない。さらに、難燃性付与のために前期の有機化合物の配合量を多くする必要があるため、かえって半導体装置の信頼性低下を招く。一方、前期ホウ酸金属塩の配合量が全樹脂組成物量に対して15重量%を超えると、封止材料としての成形性の低下及び接着力低下並びに吸湿率増加が顕著になり好ましくない。本発明のホウ酸金属塩は、難燃効果と熱分解時の低分子量成分発生抑制効果の両者を最大限に発揮させるため、封止用エポキシ樹脂組成物の加熱硬化物において、他の無機充填剤と同様に粒子として均一に分散することが特徴である。

【0019】本発明においては、臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含むエポキシ樹脂組成物の抽出液特性が半導体装置の耐湿性向上に寄与しており、特にアルミ配線の腐食及び孔食に対して大きな抑制効果を有する。前記エポキシ樹脂組成物の抽出液特性は、エポキシ樹脂組成物を10倍量の純水で希釈し、120℃で40時間放置した後の抽出液の電気伝導度とpHである。電気伝導度はエポキシ樹脂組成物の純度を表わす尺度であり、従来の半導体装置用封止材の抽出液と同様に前記の抽出条件において150μS/cm以下であることが必要である。本発明においては、抽出液のpHが従来のエポキシ樹脂組成物系封止材の抽出液pHと比べて、より中性側となっており、5.0～7.5の範囲にあることが特徴である。これらのpH領域がアルミパッド並びにアルミ配線の腐食、孔蝕に対して従来よりも大きな抑制効果を有する。

【0020】本発明における半導体装置用エポキシ樹脂組成物では、成形性と信頼性の点から（A）エポキシ樹脂、（B）フェノール樹脂硬化剤、（C）硬化促進剤、（D）臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物、（E）ホウ酸金属塩及び（F）無機充填剤は必須であるが、この他に可とう化剤、カップリング剤、離型剤、着色剤などの各種添加剤から構成される。

【0021】本発明で用いるエポキシ樹脂としては半導体封止材料で通常使用されているエポキシ樹脂、例えば、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂やビスフェノールA、ビスフェノールF、及びビスフェノールS型エポキシ樹脂等のビスフェノール型エポキシ樹脂、フェノールまたはクレゾールベースの3官能以上の多官能エポキシ樹脂、ビフェニル骨格、ナフタレン骨格、またはジシクロペンタジエン骨格を有する2官能または3官能以上のエポキシ樹脂等が挙げられるが、これらのエポキシ樹脂を単独また

は2種以上併用して用いることができる。

【0022】フェノール樹脂硬化剤においても半導体封止材料で通常用いられている樹脂硬化剤、例えば、フェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、フェノールまたはクレゾールベースの3官能型樹脂硬化剤、フェノールとアラルキルエーテル重縮合物による樹脂硬化剤、ナフタレン骨格、またはジシクロペンタジエン骨格を有するフェノール樹脂硬化剤を単独または2種以上併用して用いることができる。

【0023】硬化促進剤としては、トリフェニルホスフィン、アルキル基またはアルコキシ基核置換トリフェニルホスフィン、テトラフェニルホスフィンテトラフェニルボレート等の含リン有機塩基性化合物またはこれらのテトラ置換ボロン塩、トリエチレンジアミン、ベンジルメチルアミンなどの3級アミン、1, 8-ジアザビシクロ(5, 4, 0)-ウンデセン、イミダゾール等の少なくとも1種類が挙げられる。

【0024】本発明の半導体封止用として用いる樹脂組成物において、フェノール樹脂硬化剤の配合はエポキシ樹脂に対して0.5~1.5当量が望ましい。硬化剤の配合量がエポキシ樹脂に対して0.5当量未満であると、エポキシ樹脂の硬化が完全に行われなため、硬化物の耐熱性、耐湿性並びに電気特性が劣り、1.5当量を超えると、逆に樹脂硬化後も硬化剤が有する水酸基が多量に残るために電気特性並びに耐湿性が低下する。

【0025】本発明において樹脂封止型半導体装置用として用いる樹脂組成物には、無機充填剤を配合する。無機充填剤は硬化物の熱膨張係数や熱伝導率等の改良を目的に添加するものである。無機充填剤としては種々の化合物が挙げられるが、電子部品には熱化学的に安定な充填剤を用いることが重要であり、具体的には溶融シリカ、結晶性シリカ、アルミナ、アルミニウムナイトライド及びシリコンナイトライドから選ばれる少なくとも1種の無機粒子が望ましい。これらの充填剤の平均粒径は1~30 μ mの範囲が望ましく、平均粒径が1 μ m未満では樹脂組成物の粘度が上昇して流動性が著しく低下し、30 μ mを超えると成形時に樹脂成分と充填剤の分離が起きやすく硬化物が不均一になるため硬化物物性にばらつきが生じたり、狭い隙間への充填性が悪くなる。無機充填剤の形状としては球形または角形があるが、それらを単独でまたは併用して用いることができる。

【0026】さらに、本発明ではこの他必要に応じて、樹脂組成物として硬化物の強靱性化や低弾性率化のための可とう化剤を用いることができる。可とう化剤の配合量は全樹脂組成物に対して2~20重量%であることが好ましい。可とう化剤の配合量が2重量%未満では硬化物の強靱性化や低弾性率化に対してほとんど効果がなく、20重量%を超えると樹脂組成物の流動性が極端に悪くなったり、可とう化剤が成形時に樹脂組成物表面に浮き出ることによって、成形金型の汚れが顕著になる。

可とう化剤としてはエポキシ樹脂組成物と非相溶のものがガラス転移温度を下げずに硬化物の低弾性率化ができることから、ブタジエン・アクリロニトリル系共重合体やそれらの末端または側鎖アミノ基、エポキシ基、カルボキシ基変性共重合体やアクリロニトリル・ブタジエン・スチレン共重合体等のブタジエン系可とう化剤や末端または側鎖アミノ基、水酸基、エポキシ基、カルボキシ基変性シリコン系可とう化剤等が用いられるが、耐熱性、耐湿性並びに高純の点から、シリコン系可とう化剤が特に有用である。

【0027】本発明の樹脂封止型半導体装置に用いる樹脂組成物にはこの他必要に応じ、樹脂組成物と充填剤の接着性を高めるためのエポキシシラン、アミノシランなどのカップリング剤、着色のための染料や顔料、硬化物の金型からの離型性を改良するための離型剤等の各種添加剤を発明の目的を損なわない範囲において用いることができる。

【0028】以上のような原材料を用いて半導体封止材料を作成する一般的な方法としては、所定配合量の原材料混合物を十分混合した後、熱ロールや押し出し機等によって混練し、冷却、粉碎することによって封止材料を得ることができる。このようにして得られた封止材料を用いて半導体素子を封止する方法としては、低圧トランスファ成形法が通常用いられるが、場合によっては、インジェクション成形、圧縮成形、注型等の方法によっても可能である。

【0029】本発明の臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩からなるエポキシ樹脂組成物で封止された半導体装置は、難燃性並びに温度サイクル性(−55℃ \leftrightarrow 150℃、1サイクル条件で1000サイクル以上)、耐湿性(65℃/95%RHで100時間以上)、耐はんだリフロー性(85℃/85%RH/48時間以上放置でクラック無し)、高温放置(少なくとも175℃2000時間以上、特に200℃1000時間以上で導通不良無し)などの各種信頼性の目標を満足させるため、樹脂硬化物の特性として線膨張係数が0.6~2.5 $\times 10^{-5}$ 、ガラス転移温度が110℃以上、飽和吸湿率が85℃85%RHの条件で0.8wt%以下及び難燃性がUL-94規格のV-0の特性を有することを特徴とする。

【0030】本発明の半導体装置は、封止材中にホウ酸金属塩を含有するため、特に高温放置特性が優れており、空气中200℃で1ボルトの低電圧を印下したまま1000時間放置した時に、アルミパッド/金ワイヤ接合部の腐食によってリードまたは半田ボールなどの外部端子の電氣的導通がとれなくなるという不良率が0.1%未満であることを特徴とする。この条件は従来の半導体装置の高温動作保証温度である150℃は言うに及ばず、自動車用途としても対応できる175℃の保証が可能と

なる。

【0031】次に本発明の前記有機化合物とホウ酸金属塩を含有するエポキシ樹脂組成物によって封止して得られる各種の樹脂封止型半導体装置の製造方法を説明する。本発明の第1の製造方法に基づく工程は図1に示すように、(a)半導体素子をリードフレームのダイパッド上にAg入りエポキシ接着剤や接着フィルム等の有機接着剤または鉛／錫はんだを用いて加熱硬化または溶融させて半導体素子を搭載する工程、(b)金線ワイヤで半導体素子とインナーリードを接合する工程、(c)金型を挿入して前記臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含有するエポキシ樹脂組成物を用いてトランスファ成形機で175℃90秒間加圧成形によってモールド後、175℃5時間後硬化を行う工程、(d)バリ取り工程、外装工程を経た後、リードフレームのトリミング工程とフォーミング工程を含む。このように、(a)～(d)の工程を通過して樹脂封止型半導体装置を得る。

【0032】本発明の第2の製造方法に基づく工程は図2に示すようにリードオンチップ方式の樹脂封止型半導体装置を得るためのものである。(a)有機フィルム接着剤をあらかじめ貼り合わせたリードフレームを用いて、半導体素子と加熱溶融硬化して接着する工程、

(b)金線ワイヤで半導体素子の電極とインナーリードを接合する工程、(c)金型に挿入して前記臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物とホウ酸金属塩を含有するエポキシ樹脂組成物を用いてトランスファ成形機で175℃90秒間加圧成形によってモールド後、175℃5時間後硬化を行う工程を含む。封止、後硬化後の半導体装置は図1の製造方法で説明した同じ(d)の工程を経て樹脂封止型半導体装置を得ることができる。

【0033】本発明の第3の製造方法に基づく工程は図3に示すようにボールグリッドアレイの樹脂封止型半導体装置を得るためのものである。(a)単層または多層プリント配線基板の片側に半導体素子の搭載面を形成し、その裏側にハンダボールグリッドアレイ等の外部端子用実層面を形成する工程、(b)回路パターンを有する樹脂基板の上面に半導体素子の非能動面をエポキシ樹脂接着剤を用いて接着して半導体素子を搭載する工程、

(c)半導体素子の能動面上の電極を樹脂基板の配線パターンとワイヤボンディングして電気的な接続をとる工程、(d)前記半導体素子を前記臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含有するエポキシ樹脂組成物を用いてトランスファ成形機で175℃90秒間加圧成形によって基板上面のモールドと175℃5時間後硬化を行う工程、(e)樹脂基板の

底面に外部端子を設ける工程から成る。

【0034】本発明の第4の製造方法に基づく工程は図4に示すようにチップサイズの樹脂封止型半導体装置を得るためのものである。(a)ポリイミド配線テープの上面に半導体素子の非能動面を絶縁性の低弾性接着剤またはフィルムを用いて接着して搭載する工程、(b)半導体素子の能動面上の電極をポリイミド配線テープの配線パターンとワイヤボンディングして電気的な接続をとる工程、(c)前記半導体素子を前記臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を含有するエポキシ樹脂組成物を用いてトランスファ成形機で175℃90秒間加圧成形によってポリイミド配線テープ上面のモールドと175℃5時間後硬化を行う工程、(d)ポリイミド配線テープの底面に半田ボールなどの外部端子を設ける工程を含む。本発明の樹脂封止型半導体装置は臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を同時に含有する封止材で半導体素子を封止したもので、封止材の成形性、接着性、吸湿性等の諸特性を低下させずに難燃性を維持し、しかも信頼性に影響を与える低分子ガス成分やイオン成分の発生の低減または補足ができるため、耐湿性並びに高温放置特性などの各種の信頼性が向上する。これは、ホウ酸金属塩が難燃剤としてだけでなく、低分子ガス成分やイオン成分の発生の低減剤または補足剤として有効に働くためである。

【0035】本発明によるエポキシ樹脂組成物で封止した樹脂封止型半導体装置は難燃剤としてアンチモン化合物の代わりにホウ酸金属塩を含むため、火災時の耐発煙性が優れるとともに毒性ガス発生の問題もなく、半導体装置としての信頼性向上の他に、取扱性と安全性においても優れるという特徴を有する。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、本発明について実施例に従い具体的に説明する。

【0037】実施例1～12、比較例1～7

下記に示すエポキシ樹脂、フェノール樹脂硬化剤、有機化合物系難燃剤、ホウ酸金属塩、シリコン可とう化剤、並びに無機充填剤として平均粒径5μmの角形または球形の溶融シリカと平均粒径30μmの球形の溶融シリカの30/70の混合品、カップリング剤としてエポキシシラン、離型剤としてモンタン酸エステルロウ、着色剤としてカーボンブラックを用い、表1に示す配合割合で成形材料を作成した。なお、参考例1では難燃剤として臭素化エポキシ樹脂と難燃助剤として三酸化アンチモンを用いた。各素材の混練には直径20インチの二軸ロールを用い、ロール表面温度約55～90℃で約10分間の混練を行った。

【0038】

エポキシ樹脂

エポキシ当量

軟化点 (°C)

(A) オルソクレゾールノボラック型

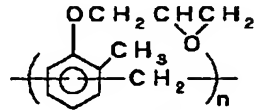
195

65

エポキシ樹脂

【0039】

* * 【化1】



… (化1)

(nは繰り返し単位数を示す)

【0040】

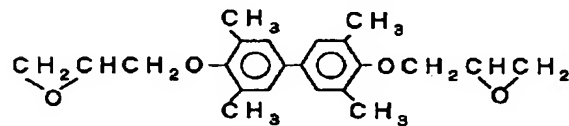
(B) ビフェニル型エポキシ樹脂

195

107

【0041】

※ ※ 【化2】



… (化2)

【0042】

(C) ジシクロペンタジエン骨格含有

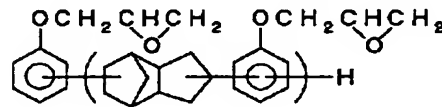
264

62

エポキシ樹脂

【0043】

★ ★ 【化3】



… (化3)

【0044】

フェノール樹脂硬化剤

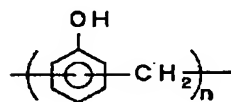
OH当量

(A) フェノールノボラック樹脂

106

【0045】

☆30☆ 【化4】



… (化4)

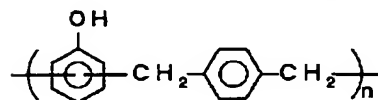
【0046】

(B) フェノールアラルキル樹脂

172

【0047】

◆ ◆ 【化5】



… (化5)

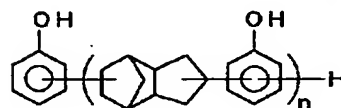
【0048】

(C) ジシクロペンタジエン骨格含有フェノール樹脂

161

【0049】

* * 【化6】



… (化6)

【0050】

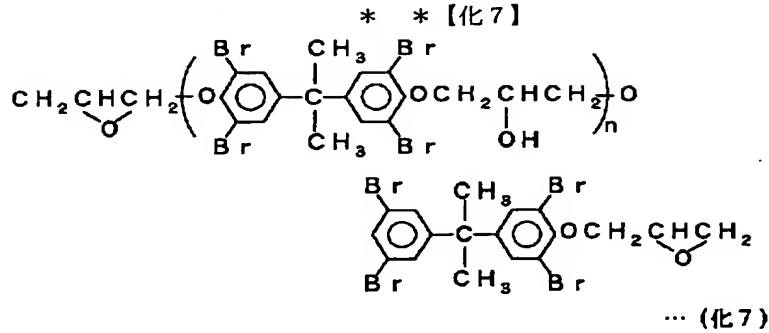
有機化合物系難燃剤

15
(A) 臭素化ビスフェノールA型
エポキシ樹脂

エポキシ当量
375

16
軟化点 (°C)
68

【0051】



【0052】

(B) トリフェニルホスフィンオキシド (TPPO)

(C) リン酸エステル (融点 95°C)

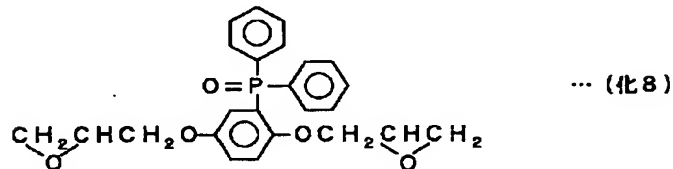
(D) ジフェニルホスフィニルヒドロ
キノンとエピクロルヒドリンとの
反応によるエポキシ樹脂

エポキシ当量
214

軟化点 (°C)
135

【0053】

※ ※ 【化8】



【0054】

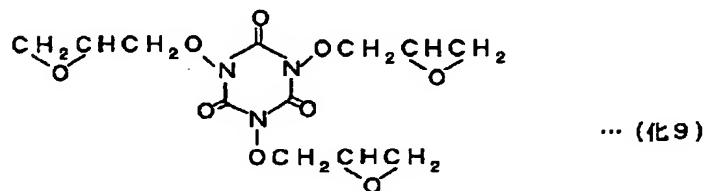
(E) メラミン樹脂

(F) トリグリシジルイソシアネート
エポキシ当量
105

軟化点 (°C)
約 120°C

【0055】

★30★ 【化9】



【0056】

(G) 2, 2-ビス (4- (4-マレイミド
フェノキシ) フェニル) プロパン

軟化点 (°C)
約 95°C

シリコン可とう化剤

40 した。

側鎖変性シリコン樹脂 (分子量 73600, エポキシ
当量 3900)

硬化促進剤

DBU; 1, 8-ビアザビシクロ (5, 4, 0) -ウン
デセン

TPP; トリフェニルホスフィン

2MZ; 2-メチルイミダゾール

表中の各種特性は以下により測定した。

【0057】 1. スパイラルフロー: EMMI 規格に準
じた金型を用い、180°C, 70Kg/cm² の条件で測定

50

【0058】 2. ガラス転移温度並びに線膨張係数: 熱
機械測定装置 (Thermo Mechanical Analyzer: TMA)
を用い、昇温速度 2°C/分で測定した。

【0059】 3. 吸湿率: 90mmφ, 2mmt の円盤を成
形し、85°C/85%RHの条件で飽和吸湿率を重量変
化から求めた。

【0060】 4. 接着力: 0.03mmtのアルミ箔と成形
材料とのピール強度を引っ張り速度 50mm/分で求め
た。

【0061】 5. 難燃性: UL-94 規格に従って測定

した。

【0062】6. 抽出液のpH：硬化後のエポキシ樹脂組成物を粉碎ミルによって微細に粉碎し、粉碎品を10倍量の純水で希釈して120℃のプレッシャ・クッカ釜中で40時間放置した後の抽出液をpHメータを用いて室温で測定した。

【0063】7. 臭素、リン及び窒素の樹脂中における元素含有量：硬化後のエポキシ樹脂組成物を誘導結合*

*ラズマ（ICP）原子発光分析計またはI原子吸光分析計を用いて各元素の含有量を測定後、ホウ酸亜鉛及び無機フィラを除く全樹脂量に換算して求めた。ホウ酸亜鉛及び無機フィラを除く全樹脂量はエポキシ樹脂組成物を空气中において700℃2時間で焼成した後、焼成残渣を測定することによって加熱揮発分から求めた。

【0064】

【表1】

表 1

各種成形材料の配合割合と諸物性を表わす

			実 施 例											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
材 料 組 成 (重 量 部)	エ ポ キ シ 樹 脂	(A)	85	←	100			80		90		100		85
		(B)				85	100				90		90	
		(C)							80					
	硬 化 剤	(A)	51	←	54				38	59	54	27		51
		(B)				82	91					44	87	
		(C)						81						
	難燃化剤		(A)	(A)	(B)	(A)	(C)	(D)	(A)	(E)10	(A)	(C)10	(D)	(G)
			15	15	20	15	10	20	20	(F)10	10	(E)10	10	15
	ホウ酸亜鉛		50	80	80	55	40	80	80	50	70	40	30	50
	シリコン可とう化剤			10				10			10			
	硬 化 促 進 剤	T P P	3	4	4		4		4		3.5		3	2.5
		B D U				5				3		4		
		2 M Z						2.5						0.5
無 機 充 填 剤	球／角 (部)	537	628	716	1049		703	613	631	727	683		537	
	粗球／細球 (部)					1400					1450			
カップリング剤		3												
離型剤		1												
着色剤		1												
3酸化アンチモン														
成 形 性	スパイラルフロー (インチ)		30	27	31	35	36	28	30	25	40	29	35	28
	熱時硬度(180℃/90s)		80	80	81	79	79	80	80	83	80	83	80	79
硬 化 物 性	ガラス転移温度(℃)		157	155	130	125	124	148	145	158	142	145	128	168
	線膨張係数(×10 ⁻⁶ /℃)		1.7	1.6	1.5	1.2	1.0	1.6	1.7	1.6	1.6	1.6	0.9	1.7
	吸湿率(wt%)		0.48	0.50	0.41	0.35	0.29	0.49	0.48	0.51	0.45	0.45	0.30	0.49
	接着力(N/m)		350	395	340	620	530	420	430	390	520	480	500	340
	難燃性		V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0	V-0
Br, P, N元素 含有量(wt%)		樹 脂 中	4.7	4.4	1.2	3.9	0.43	0.73	6.8	4.5	2.9	3.8	0.37	0.46
ホウ酸金属塩 配合量(wt%)		組 成 物 中	7.0	9.1	8.2	4.2	2.4	8.2	9.5	5.8	7.2	4.3	1.8	7.0
抽出液pH			6.9	7.1	7.3	7.0	6.6	7.2	7.0	6.9	7.1	6.9	6.3	6.9

【0065】

【表2】

表 2

各種成形材料の配合割合と諸物性を表わす

			参 考 例						
			1	2	3	4	5	6	7
材 料 組 成 (重 量 部)	エ ポ キ シ 脂	(A)	85	←	←	←	99	60	85
		(B)							
		(C)							
	硬 化 剤	(A)	51	←	←	←	←	44	51
		(B)							
		(C)							
	難燃化剤		(A) 15	(A) 15	(A) 15	(A) 15	(A) 1	(A) 40	(A) 15
	ホウ酸								5
	ホウ酸亜鉛			8	170	170	80	40	
	シリコン可とう化剤		10	←	←	←	←	←	←
	硬 化 促 進 剤	TTP	4	←	←		←	←	←
		BDU							
		2MZ				3			
	無 機 充 填 剤	球/角 (部)	644	←	←	←	←	←	←
		粗球/細球 (部)							
成 形 性	カップリング剤		3						
	離型剤		1						
	着色剤		1						
	3酸化アンチモン		15						15
	スパイラルフロー (インチ)		29	28	18	23	25	26	28
	熱時硬度(180℃/90s)		81	80	10	65	79	80	83
	ガラス転移温度(℃)		153	153	150	158	155	148	155
	線膨張係数($\times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$)		1.6	1.6	1.6	1.7	1.6	1.7	1.6
	吸湿率(wt%)		0.40	0.41	0.67	0.81	0.48	0.42	0.45
	接着力(N/m)		380	380	290	280	370	390	350
物 性	難燃性		V-0	V-2	V-0	V-0	V-2	V-0	V-0
	Br,P,N元素 含有量(wt%)	樹 脂 中	4.4	4.4	4.4	4.4	0.29	12.3	4.4
	ホウ酸金属塩 配合量(wt%)	組 成 物 中	—	1.0	17.3	17.3	8.9	4.7	0.6
	抽出液pH		4.0	4.8	7.6	7.6	7.1	6.6	4.2

【0066】表1と表2から明らかなように、本発明における半導体装置用樹脂組成物は臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物並びにホウ酸金属塩を併用することにより、参考例1の臭素系有機化合物難燃剤と3酸化アンチモンを併用した系と同様に難燃性のUL-94規格のV-0を達成することができる。さらに、成形性並びに硬化物物性においても、従来の半導体装置用樹脂組成物である比較例1の場合と同等かそれ以上であるため、半導体装置用の封止材として優れた特性を有することが分かる。参考例2に示すように、ホウ酸金属塩の配合量が全樹脂組成物に対して1.5重量%未満になる

と、前記の難燃性の基準に到達することができない。また、有機化合物系難燃剤の配合量が無機充填剤を除く全樹脂量に対して0.35重量%未満であっても(参考例5)、難燃性の規格であるV-0を達成することが出来ない。一方、比較例3と4に示すように、ホウ酸金属塩の配合量が全樹脂組成物に対して1.5重量%を超えると、難燃性は向上するものの封止材の熱時硬度が大幅に低下して成形性が悪くなる。さらに、吸湿率の増大や接着力の低下が顕著になる。

【0067】上記材料を用いて、図1に示すように表面にアルミニウムのジグザグ配線を形成した半導体素子(6×6mm)を42アロイ系のリードフレームに搭載

し、さらに半導体素子表面のアルミニウム電極とリードフレーム間を金線（30 μ m径）でワイヤボンディングした半導体装置（外形20 \times 14mm、厚さ2mm）を封止し、175 $^{\circ}$ C5時間硬化した。耐温度サイクル性の信頼性試験はこの樹脂封止型半導体装置を-55 $^{\circ}$ C10分、150 $^{\circ}$ C10分に放置し、これを1サイクルとし、1000サイクルでパッケージがクラックしたものをクラック発生数として調べた。耐湿信頼性は前記の樹脂封止型半導体装置を65 $^{\circ}$ C/95%RHの条件下、1000時間放置後、印加バイアス電圧20Vにおいて断線不良が発生したパッケージの数を不良数として調べた。耐はんだリフロー性の信頼性試験は前記の樹脂封止型半導体装*

*置を85 $^{\circ}$ C85%RHの条件下にて48時間放置後、240 $^{\circ}$ Cの赤外線リフロー炉中で10秒間加熱する試験を行い、パッケージがクラックしたものをクラック発生数として調べた。高温放置信頼性試験は前記の樹脂封止型半導体装置を200 $^{\circ}$ Cの高温中に1000時間放置し、金ワイヤとアルミニウム配線の接合部の接続不良数を印加バイアス電圧1Vを用い電氣的にオープンかどうかで調べた。これらの結果をまとめて表3と表4に示す。表中、分母は試料数、分子は不良数である。

【0068】

【表3】

表 3

信頼性評価結果 1

試験項目	実施例											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
温度サイクル性	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
耐湿信頼性	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	1/10
耐はんだリフロー性	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10
高温放置信頼性	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	0/10	1/10	0/10

表 4

信頼性評価結果 2

試験項目	比較例						
	1	2	3	4	5	6	7
温度 サイクル性	0/10	0/10	半 導 体 装 置 の 成 形 不 可 能	0/10	0/10	0/10	0/10
耐湿信頼性	3/10	2/10		10/10	0/10	6/10	3/10
耐はんだ リフロー性	0/10	0/10		8/10	0/10	2/10	1/10
高温放置 信頼性	10/10	8/10		2/10	0/10	10/10	10/10

【0070】表3と表4から明らかなように、本発明による半導体装置は優れた信頼性を有していることが分かる。これは表1に示したように、本発明による樹脂組成物が各種信頼性に及ぼす物性値、すなわち線膨張係数、ガラス転移温度、飽和吸湿率、接着力、並びに抽出液のpHが所望の値を有しているためである。特に、ホウ酸金属塩を有する樹脂組成物で半導体素子を封止する本発明の半導体装置は、200℃/1Vという高温低印加電圧においても従来(比較例1)と比べて格段に優れた信頼性を有することが分かる。なお、比較例3は樹脂組成物の硬化性が極端に悪かったため、半導体装置の成形が不可能であった。また、比較例6は樹脂組成物中にホウ酸金属塩を含有するものの、臭素系有機化合物、リン系有機化合物及び窒素系有機化合物の中の少なくとも1種類からなる有機化合物中に含まれる臭素、リン及び窒素の少なくとも1種類の元素含有量が無機充填剤を除く全樹脂量に対して10重量%を超えているため、脱離臭素化合物による影響が大きく高温放置信頼性の低下がみられる。ホウ素化合物としてホウ酸を用いた場合も、半導体装置の信頼性向上に対してほとんど効果のないことが分かる(比較例7)。表1並びに表3の実施例では、ホウ酸金属塩として代表的なホウ酸亜鉛を用いた例を示したが、ホウ酸アルミニウムやホウ砂等の他のホウ酸金属塩を含有するエポキシ樹脂組成物においてもホウ酸亜鉛の場合とほぼ同等の硬化物の難燃性及び特性を示す。さらに、ホウ酸アルミニウムやホウ砂等の他のホウ酸金属塩を含有するエポキシ樹脂組成物で封止した半導体装置もホウ酸亜鉛の場合とほぼ同等の信頼性を得ることができる。

【0071】実施例13

表1に示す実施例2の樹脂組成物を用いて、図2に示すように表面にアルミニウムのジグザグ配線を形成した半導体素子(6×6mm)を、両面に接着剤を塗付したポリイミドフィルムを貼り合わせた42アロイ系のリードフ

レームと加熱溶融による接着を行い半導体素子上にリードフレームを搭載した後、半導体素子表面のアルミニウム電極とリードフレーム間を金線(30μm径)でワイヤボンディングした半導体装置(外形16×12mm、厚さ2.7mm)を封止し175℃5時間硬化した。この樹脂封止型半導体装置の耐温度サイクル性、耐湿性、耐はんだリフロー性、並びに高温放置信頼性などの各種信頼性試験を表3と同様の条件で行った結果、いずれもパッケージのクラックや接続不良は観測されず、優れた信頼性を有することが分かった。

【0072】

【発明の効果】本発明によって得られた樹脂封止型半導体装置は、従来のハロゲン及びアンチモン化合物を有する樹脂組成物で封止した半導体装置と同等の難燃性を含有するとともに、ホウ酸金属塩によるハロゲンまたはリンなどの脱離ガス成分の発生抑制またはトラップ効果により耐湿信頼性並びに高温放置信頼性が格段に飛躍する。さらに、樹脂組成物の流動性、硬化性並びに硬化物物性を従来の半導体材料とほぼ同等にしているため、成形において問題なく、しかも温度サイクル性、耐はんだリフロー性などの他の各種信頼性においても良好な特性を示すことができ、その工業的価値は極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による樹脂封止型半導体装置の製造方法を示す断面図で、リードフレームのダイパッド上に搭載した半導体素子を有機化合物系難燃剤とホウ素化合物を含有する樹脂組成物で封止する方法である。

【図2】本発明によるリードオンチップ方式の樹脂封止型半導体装置の製造方法を示す断面図である。

【図3】本発明によるボールグリッドアレイの樹脂封止型半導体装置の製造方法を示す断面図である。

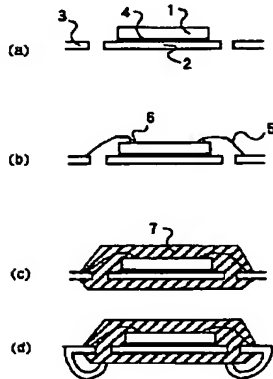
【図4】本発明によるチップサイズの樹脂封止型半導体装置の製造方法を示す断面図である。

【符号の説明】

1…半導体素子、2…ダイパッド、3…インナーリード、4…接着剤、5…金ワイヤ、6…アルミ電極、7…有機化合物系難燃剤とホウ素化合物を有する封止材、8…フィルム接着剤

【図 1】

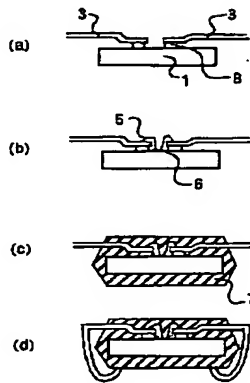
図 1



1…半導体素子 2…ダイパッド 3…インナーリード
4…接着剤 5…金ワイヤ 6…アルミ電極
7…有機化合物系難燃剤とホウ素化合物を有する封止材
8…フィルム接着剤

【図 2】

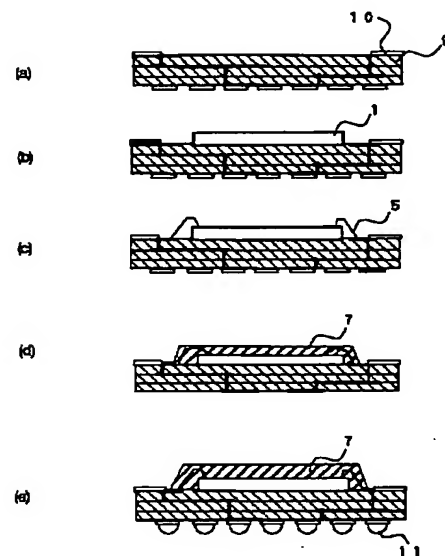
図 2



…フィルム接着剤、9…プリント配線基板、10…ソルダレジスト、11…はんだバンプ、12…ポリイミド配線テープ、13…銅パッド

【図 3】

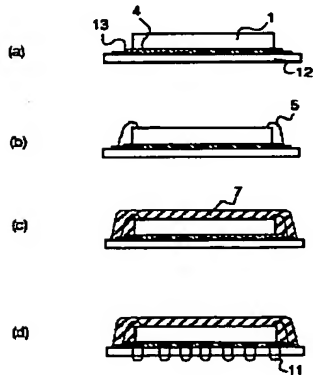
図 3



9…プリント配線基板 10…ソルダレジスト
11…はんだバンプ

【図 4】

図 4



12…ポリイミド配線テープ 13…銅パッド

フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

C 08 K 5/49

H 01 L 23/29

23/31

識別記号

F I

C 08 K 5/49

H 01 L 23/30

R

(72) 発明者 小角 博義
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 永井 晃
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 茂木 亮
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 荻野 雅彦
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 瀬川 正則
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 露野 円丈
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 上野 巧
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 中村 篤
東京都小平市上水本町五丁目 20 番 1 号 株
式会社日立製作所半導体事業部内

(72) 発明者 西村 朝雄
東京都小平市上水本町五丁目 20 番 1 号 株
式会社日立製作所半導体事業部内